

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2023

Jarno Ruottinen

# Tuotantolaitteiden kriittisyysarviointi



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2023 | 26 sivua

Jarno Ruottinen

## Tuotantolaitteiden kriittisyysarviointi

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kriittisyysarviointi Vahterus Oy:n tuotannon laitteille, jonka avulla kehitetään tehtaan kunnossapitojärjestelmää ja varaosien hallintaa.

Opinnäytetyössä tehdään kriittisyysarvio tehtaan laitteista ja koneista tuotannon esihenkilöiden ja kunnossapidon henkilöiden kanssa hyödyntäen tehtaan kunnossapitojärjestelmässä olevaa laitelistaa. Kriittisyysarvio tehdään PSK 6800-standardin mukaisesti.

Opinnäytetyön avulla saadan selvitettyä tuotannon kannalta kriittisimmät laitteet ja hankittua niille varaosat tai kahdennukset varastoon vikaantumisen varalle, sekä laadittua vaadittavat ennakkohuoltotoimenpiteet tarvittavassa laajuudessa koneille ja laitteille. Sen lisäksi huoltotoimenpiteitä saadaan nopeutettua ja vikaantumisesta seuraavia viivästyksiä ja kustannuksia minimoitua.

Asiasanat:

Kriittisyysarvio, Kunnossapito

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2023 | 26 pages

Jarno Ruottinen

## Criticality assessment of production devices

The purpose of the thesis was to make a critical assessment for the devices from the production of Vahterus Oy, which can be used to develop the factory's maintenance system and the management of spare parts.

In the thesis, a criticality assessment of the factory's equipment and machines was made with production supervisors and maintenance personnel, using the equipment list from the factory's maintenance system. The criticality assessment was made in accordance with the PSK 6800 standard.

As a result of the thesis, the company can find out the most critical equipment from the production and get spare parts or a duplication in case of failure, which will help speed up maintenance procedures and minimize the delays and costs following from the failure.

Keywords:

Critical assessment, Maintenance

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Vahterus Oy</b>	<b>8</b>
2.1 Esittely	8
<b>3 Taustatiedot</b>	<b>9</b>
3.1 Kunnossapito	9
3.2 Kunnossapidon lajit	9
3.3 Kunnossapito ja tuotanto	10
3.4 PSK 6800 -standardi	10
3.5 Kriittisyysarvio	11
<b>4 Kriittisyysarvio</b>	<b>13</b>
4.1 Lähtötilanne	13
4.2 Laitelistaus	13
4.3 Kriittisyysluokat	14
4.4 Kriteerit, painoarvot ja kertoimet	14
4.4.1 Turvallisuus	15
4.4.2 Vikaantumisen vaikutus tuotantoon	15
4.4.3 Varaosien saatavuus	16
4.5 Kriittisyysarviointi tuotannon kanssa	17
4.6 Kriittisyysarvion tulokset	17
<b>5 Jatkotoimenpiteet</b>	<b>20</b>
5.1 Huoltosuunnitelmat	20
5.2 Kunnonvalvonta	21
5.3 Varaosat	21
<b>6 Pohdinta</b>	<b>23</b>
<b>Lähteet</b>	<b>23</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. Lämmönsiirtimet	8
Kuva 2. Kriittisyysarviointipohja	17
Kuva 3. Ympyrädiagrammi kriittisyysluokitusten jaottelusta	18

## **Taulukot**

Taulukko 1. Kriittisyysluokat	14
Taulukko 2. Kriittisyysarvion painoarvojen selvennys	16

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Laitehierarkia	Laitetiedostot järjesteltynä hierarkkisesti teknisen kokonaisuuden, prosessin, osaprosessin ja/tai laitetypin mukaan (PSK 6201).
Laitetunnus	Identifioi laiteyksilön koko sen elinkaaren ajan. Sen avulla voidaan seurata laitteen huoltohistoriaa, kustannuksia, sijaintia, varaosia. (PSK 6201).
Laitos/Tehdas	Yhden tai useamman itsenäisen tuotantoyksikön sisältävä paikallinen kokonaisuus. Voi olla myös yksi tuotantolinja. (PSK 6800).

# 1 Johdanto

Opinnäytetyössä tehdään kriittisyysarvio Vahterus Oy:n tuotantolaitteille, jonka avulla voidaan kehittää tehtaan kunnossapitosuunnitelmaa ja -järjestelmää. Kriittisyysarvioinnilla selvitetään tuotantoon liittyvät tehtaan kriittisimmät koneet ja laitteet. Arvioinnin perusteella voidaan kriittisimmille laitteille hankkia esimerkiksi varaosia tai kahdennus, joka voi olla varastossa varalla tai prosessissa valmiiksi asennettuna. Kriittisille laitteille voidaan harkita kunnonvalvonnan tehostamista eri menetelmillä. Arvio on tärkeä tehdä mahdollisimman pian, sillä tuotannon kasvaessa tehtaan laitekanta kasvaa merkittävästi, jolloin arvion tekeminen ja laitteiden seuranta hankaloituu huomattavasti.

Tehtaan tämän hetkistä kunnossapitojärjestelmää ei olla hyödynnetty kaikin sen ominaisuuksin. Kirjanpidolla ja laitelistauksella ei ole ollut yhtä tiettyä menetelmää, vaan kirjaaminen on epäsäännöllistä ja laitteisiin liittyvät tiedot ovat osittain puutteellisia. Tehtaan kunnossapidon varaosien hallinnassa on paljon kehitettävää. Järjestelmään ei ole kirjattu varaosia eikä varaosille ole tiettyä varastopaikkaa. Laitteiden huolto-ohjeet ovat puutteellisia tai täysin ihmismuistin varassa. Tuotannon ollessa pienempi nykyisillä toimintatavoilla ollaan pärjätty, mutta tuotantomäärien kasvaessa myös kunnossapitotoimintaa täytyy kehittää, jotta tuotannolle saadaan lisävarmuutta.

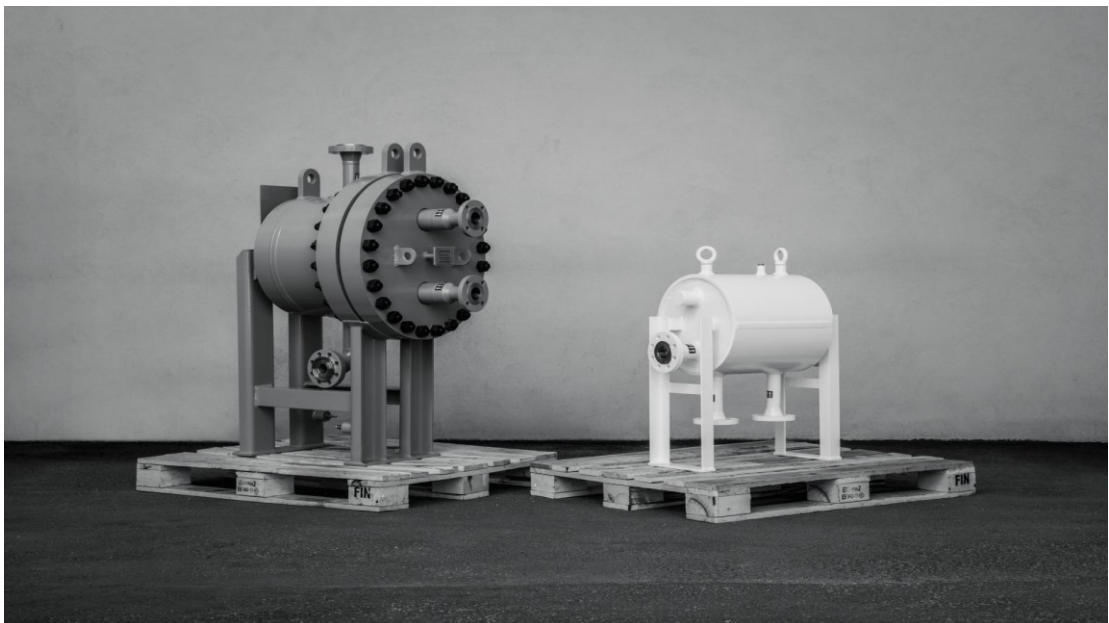
Opinnäytetyö toimii pohjana kunnossapitojärjestelmän ja -suunnitelman kehittämisessä. Sen avulla saadaan selvitettyä tuotannolle tärkeimmät laitteet ja suurimmat turvallisuusriskit.

## 2 Vahterus Oy

### 2.1 Esittely

Vahterus on vuonna 1990 Kalannissa perustettu suomalainen yritys, joka suunnittelee ja valmistaa raskaan teollisuuden levylämmönsiirtimiä. Siirtimet ovat asiakkaan tarpeen mukaan räätälöityjä, kestäviä ja energiatehokkaita. Levylämmönsiirtimet on kokonaan hitsattuja, jonka takia siirtimissä ei ole tarvetta tiivisteelle. Siirtimet valmistetaan aina mittatilaustyönä ja ne rakennetaan lujiksi, kompakteiksi ja turvallisiksi. Vahterus on saanut kansainvälisiä palkintoja ja patenteja innovatiivisesta ja ekologisista tuotteista.

Kalannissa sijaitsevan pääkonttorin ja tehtaan lisäksi Vahteruksella on myös tytäryhtiöt Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa, Saksassa ja Kiinassa. Vahteruksen levylämmönsiirtimiä on käytössä yli 50 eri maassa öljy-, energia-, prosessi ja kemianteollisuuden sekä kylmätekniikan sovelluksissa. (Vahterus 2023.)



Kuva 1. Lämmönsiirtimet



## 3 Taustatiedot

### 3.1 Kunnossapito

SFS-EN 13306 -standardin mukaan kunnossapito koostuu kohteen elinkaaren kaikista liikkeenjohdollisista, hallinnollisista ja teknisistä toimenpiteistä, jotka ylläpitävät tai palauttavat kohteen toimintakyvyn siten, että se pystyy suorittamaan sille vaaditun toiminnon. Kunnossapito pitää myös huolen siitä, että laitoksen ympäristö- ja turvallisuusriskit ovat hallinnassa. Laitoksella on oltava tarkka näkemys siitä, mikä on laitteen tarkoitus ja millaista suorituskykyä siltä vaaditaan. Tämän avulla kunnossapito voi määrittää omat toimintatapansa, joiden pohjalta määritetään kunnossapitostrategia ja käytännön toimenpiteet. Mikäli tämä looginen ketju ei laitoksessa toimi, on kunnossapito hataralla pohjalla. On tärkeää jo laitetta hankkiessa tai suunniteltaessa tiedostaa, mikä on laitteen todellinen tarkoitus, jotta kunnossapitotarpeet voidaan huomioida jo laitteen elinkaaren alkuvaiheessa. (Järviö 2007, 11-13; Mikkonen ym. 2009, 25-26).

### 3.2 Kunnossapidon lajit

Teollisuuden kunnossapito voidaan jakaa PSK 6201 -standardin mukaan suunniteltuun kunnossapitoon sekä häiriökorjaukseen. Suunniteltuun kunnossapitoon sisältyvät ehkäisevä ja parantava kunnossapito sekä kunnostaminen. Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan kohteiden käytettävyyden ylläpitoa, eli heikentyneen toimintakyvyn palautusta tai vaurion syntymisen ehkäisyä. Parantavan kunnossapidon tarkoitus on parantaa kohteen luotettavuutta tai huollettavuutta ilman, että sen käytettävyys muuttuu. Kunnostaminen ja häiriökorjaus ovat toimenpiteiltään lähes samanlaisia. Molemmissa korjataan kulunut tai vioittunut kohde takaisin käyttökuntoon. Häiriökorjaus kuitenkin perustuu siihen, että kyseessä oleva vioittuminen on suunnittelematon, jolloin täytyy vikaan reagoida kiirreellisemmin.

Kunnostamisessa kyseessä oleva kohde on käytöstä poistettu, jolloin kohteen käyttökuntoon palauttamisessa ei ole kiirettä. (Mikkonen ym. 2009, 95-97.)

### 3.3 Kunnossapito ja tuotanto

Kunnossapitoa on varhaisen näkemyksen mukaan pidetty tuotannon yhtenä tukifunktiona, jonka tehtävänä on pitää tuotantoprosessi toiminnassa. Tuotanto ja kunnossapito ovat kuitenkin kumpikin tärkeässä roolissa, kun pyritään sujuvaan tuotannon toimintaan. Kun kunnossapito ja tuotanto tekevät tiivistä yhteistyötä, saavutetaan tehokkaampi tuotanto, sujuvampi tiedonkulku, päivittäisen toiminnan parempi sujuvuus sekä tuotannon kapasiteetin optimaalinen hyödyntäminen. Esimerkiksi laitteiston kunnonvalvonta sujuu tehokkaammin, kun lattiatason työntekijät seuraavat myös laitteiston kuntoa ja viestivät omista havainnoistaan. Viestinnän avulla kunnossapidon toimet keskittyvät oikeisiin kohteisiin. Joissain tapauksissa on myös mahdollista, että käyttäjät itse huolehtivat joistain huoltotoimenpiteistä. Tällöin kunnossapidolle jää enemmän resursseja suurempiin huoltoihin. (Lehto 2023; Mikkonen ym. 2009, 30-32).

### 3.4 PSK 6800 -standardi

PSK 6800 -standardin avulla voidaan tehdä teollisuuden kohteille kriittisyysarvioinnit. Yleisimmin arvioinnissa pohditaan kohteen vaikutusta talouteen, turvallisuuteen ja ympäristöön. Arvioinnin avulla saadaan luotua lähtötiedot kunnossapitosuunnitelmaa varten, jonka avulla saadaan varmistettua, että tuotannolle tärkeimmät laitteet ovat kunnossapidossa priorisoituja. Kriittisyysluokittelu perustuu pääsääntöisesti laitteen taloudelliseen vaikutukseen.

### 3.5 Kriittisyysarvio

Kriittisyysarvion avulla luokitellaan tuotannon kohteet kriittisyydeltään, eli kuinka suuren riskin kohde aiheuttaa vikaantuessaan (Mikkonen ym. 2009, 148; PSK 6800, 2). Luokittellemalla ymmäretään yksittäisten laitteiden kriittisyydet tuotannon kokonaistoiminnalle ja turvallisuudelle. Luokittelun avulla osataan asettaa prioriteetit laitteiden huolloille tarvittaessa. Lisäksi arvioinnista saatua tietoa voidaan käyttää suunniteltaessa resursseja esimerkiksi huolto-ohjelmiin tai varaosahankintoihin. Tarvittaessa laitteita voidaan myös modernisoida uudella laitteella tai kehittämällä (Tuomisalo 2012; Vilhu 2022).

Kriittisyysarvio aloitetaan määrittämällä kokonaisuus, jonka sisältämät kohteet sisällytetään arviointiin. Mikäli kyseessä on laaja kokonaisuus, voidaan arviointi jakaa eri osiin ja antaa jokaiselle osalle oma painoarvo. Laitteille annetaan kriteerit, joiden mukaan arvio tehdään laitekohtaisesti. Laite on kriittinen, jos siihen liittyvä riski ei ole hyväksytyllä tasolla. Kriittisyysarviointiin voidaan käyttää PSK 6800 -standardin mukaan seuraavia kriteereitä:

- Vikaantumisväli
- Turvallisuusvaikutukset
- Ympäristövaikutukset
- Tuotannon menetys
- Lopputuotteen laatukustannus
- Korjauskustannus
- Varaosien saatavuus

Edellä mainitut kriteerit valitaan ja niitä voidaan soveltaa laitoskohtaisesti. Kriteereille annetaan kerroin sen mukaan, miten koetaan kriteerien vaikuttavan laitokseen ja sen periaatteisiin. Kertoimet on hyvä valita ryhmässä sellaisten henkilöiden kanssa, joilla on kriteerien osa-alueilta kokemusta ja osaavat kertoa näkemyksensä asiasta. Arviointiin määritetään kriteereille painoarvot, joiden mukaan kohteet pisteytetään. Painoarvot voivat olla standardin mukaiset tai niitä voidaan soveltaa laitoskohtaisesti.

Kriteerien, kertoimien ja painoarvojen päättämisen jälkeen listataan läpi käytävät kohteet ja käydään lista läpi. Läpikäynnissä pisteytetään kaikkien laitteiden painoarvot. Läpikäyntiä tehdessä on hyvä kysyä näkemyksiä laitoksen henkilöstöltä, laitetoiminnan edustajalta tai ulkoisilta asiantuntijoilta.

Annetuista kertoimista ja painoarvoista muodostuu laitteelle kriittisyysindeksi. Kriittisyysindeksi on kaikkien kriteerien ja painoarvojen summa, joka lasketaan PSK 6800 (2008, 8) mukaisesti kaavalla 1. Indeksien arvo kuvaa laitteiden kriittisyyttä suhteutettuna toisiinsa.

$$K = p(W_s M_s + W_e M_e + W_p M_p + W_q M_q + W_r M_r) \quad (1)$$

jossa

- p on vikaväli
- $W_s$  on turvallisuusriskien painoarvo
- $M_s$  on turvallisuusriskien kerroin
- $W_e$  on ympäristöriskien painoarvo
- $M_e$  on ympäristöriskien kerroin
- $W_p$  on tuotannon menetyksen painoarvo
- $M_p$  on tuotannonmenetyksen kerroin
- $W_q$  on laatukustannusten painoarvo
- $M_q$  on laatukustannusten kerroin
- $W_r$  on korjauskustannusten painoarvo
- $M_r$  on korjauskustannusten kerroin

Laitteiden kriittisyysluokittelu tehdään kriittisyysindeksiä hyödyntäen siten, että eri luokille annetaan raja-arvot, joiden mukaan laitteet saadaan järjestettyä niiden kriittisyyden kannalta eri ryhmiin. Kun arvioissa käytetyt parametrit ovat laitokselle sopivat ja arvioinnissa on käytetty osa-alueiden asiantietoisuutta, on kriittisyysarvion tulos yleensä luotettava. (Mikkonen ym. 2009, 148-150).

## 4 Kriittisyysarvio

### 4.1 Lähtötilanne

Vahterus on kasvanut yrityksenä nopeasti, jonka vuoksi on tehty useita tehdaslaajennuksia. Laajennusten mukana myös laitekanta on kasvanut huomattavasti. Kasvavan laitekannan kirjaaminen ei kuitenkaan ole pysynyt vuosien saatossa säännöllisenä. Laitteiden kunnossapitosuunnitelmaa ei olla mukautettu kasvun mukana. Kunnossapitojärjestelmästä löytyvät laitetiedot voivat olla eriäviä yksilöllisesti ja osa laitteista on kirjattu puutteellisin tiedoin järjestelmään. Järjestelmässä oleva nykyinen hierarkiapolku on epäselkeä.

Järjestelmässä pystytään määrittämään laitteille ja huolloille omat varaosat, mutta ominaisuutta ei ole hyödynnetty kunnossapidossa ollenkaan. Varaosien sijaintia ei pysty selvittämään järjestelmästä, vaan osat täytyy etsiä hyllystä.

Laadukkaan kunnossapitodatan määritelmänä pidetään usein sitä, että järjestelmästä löytyy tarkka ja ajan tasalla oleva laitehierarkia, ennakkohuolto-ohjelmat ja varaosatieidot (Vilhu 2022). Seuraavan laajennuksen mukana tulee suuri määrä laitehankintoja, sekä vanhojen laitteiden sijaintien muutosta. Tavoitteena on saada kunnossapitojärjestelmä ja -suunnitelma päivitettyä ajan tasalle, koska laitekannan kasvaessa työ hankaloituu entisestään.

### 4.2 Laitelistaus

Kunnossapitojärjestelmästä saadaan ladattua laitelistaus, jossa on listattu kaikki ennalta kirjatut tehtaan kohteet käsikoneista kiinteistön alueisiin. Jokaiselle kohteelle löytyy oma laitenumero, jossa on etuliitteenä laitetunnus.

Laitetunnuksille löytyy valmiiksi luettelo, jossa on listattu kaikki tunnuksat ja niiden selvennykset. Laitetunnuksen lisäksi kohteille voidaan kirjata järjestelmässä nimi, malli, hierarkiapolku, sijainti, käyttöönottopäivä, tyyppi, valmistusvuosi, valmistusnumero ja toimittaja. Jos laite on myyty tai romutettu sen nimeen kirjataan kyseinen toimenpide ja siirretään hierarkiapolussa

arkistoon. Näiden tietojen avulla järjestettiin listalla laitteet omiin kategorioihin selkeyttäkseen laitteen sijaintia ja käyttötarkoitusta arviointia varten.

#### 4.3 Kriittisyysluokat

Arviointia varten täytyy laitteille asettaa kriittisyysluokat, joiden mukaan ne jaotellaan. Luokat ovat A, B ja C, koska tehtaan kunnossapitojärjestelmässä on mahdollisuus luokitella laitteet näillä nimikkeillä. Luokat perustuu PSK 6201 -standardista löytyvään ABC-analyysiin. Luokitus määräytyy laitteen arvioinnista muodostuvalla kriittisyysindeksillä, joka lasketaan kaavan 1 avulla. Alla olevassa taulukossa on listattu kriittisyysluokat ja niiden raja-arvot.

Kriittisyysluokat	Kriittisyysindeksi
A = Erittäin kriittinen	> 199
B =Kriittinen	150 - 199
C = Vähemmän kriittinen	< 150

Taulukko 1. Kriittisyysluokat

#### 4.4 Kriteerit, painoarvot ja kertoimet

Alustavan laitelistauksen jälkeen aloitettiin keskustelu tuotannon johtajien, teknologiaosaston päällikön ja työsuojelupäällikön kanssa arvioinnin kriteereistä, painoarvoista ja painoarvojen kertoimista. Tehtaalle tärkeimmiksi kriteereiksi sovittiin varaosien saatavuus, turvallisuus sekä vikaantumisen vaikutus tuotantoon. Kriteerit ovat sovellettu PSK 6800 -standardista siten, että ne sopivat tehtaan tuotannon laitteiden arviointiin parhaiten. Kriteerien painoarvojen kertoimet laskettiin siten, että niiden yhteenlaskettu summa on 100. Seuraavissa kappaleissa selvennetään kriteereihin liittyviä päätöksiä. Kriteerien painoarvoja on selvennetty taulukossa 2.

#### 4.4.1 Turvallisuus

PSK 6800 -standardin mukaan arviointi on tehtävä aina myös turvallisuuden ja ympäristön kriittisyyden kannalta. Turvallisuuden vaikutus tässä kriittisyysarvioinnissa on kuitenkin vähäinen, koska tehtaalla ei ole laitteistoa, joka aiheuttaisi todella vakavaa vahinkoa henkilöstölle tai ympäristölle. Poikkeustapauksissa laitteen omat turvaominaisuudet ovat niin hyvät, että sitä ei pysty käyttämään väärin vahingossa. Sen takia painoarvojen kertoimeksi annettiin 20.

Arvioidessa pohditaan laitteen vikaantumisen seuraavia turvallisuusriskejä, kuten henkilö- tai ympäristövahinkoja. Lisäksi huomioidaan myös laitteen korjauksen aikana olevia olosuhteita. Esimerkiksi jos laite sijaitsee vaarallisessa paikassa tai sen korjauksessa täytyy käsitellä vaarallisia aineita.

Painoarvot turvallisuudelle asetettiin välille 1-3, jotka vastaavat standardista arvoja ei turvallisuusriskiä, kohtalainen turvallisuusriski ja vakava turvallisuusriski.

#### 4.4.2 Vikaantumisen vaikutus tuotantoon

Tämä kriteeri on sovellettu PSK 6800 -standardista siten, että siinä yhdistyvät tuotannon menetys sekä laatukustannukset. Kriteerin vaikutus on kolmesta arviointiin liittyvästä kriteeristä vaikuttavin, koska sillä on suurin vaikutus tehtaan toimintaan. Tehtaalla on kuitenkin useita vaiheita prosessissa, jotka eivät pysähdy yhden laitteen vikaantumisen vuoksi. Näiden perusteiden vuoksi painoarvojen kertoimeksi annettiin 45.

Painoarvot asetettiin välille 1-4. Kriteerille haluttiin yksi painoarvo, jonka avulla laite saavuttaa suurimman kriittisyysluokan. Suurimman painoarvon saavat laitteet, jotka ovat prosessissa välttämättömiä ja joita ilman tuotanto pysähtyy.

#### 4.4.3 Varaosien saatavuus

Varaosien saatavuus on sovellettu PSK 6800 -standardin kriteeristä korjaus- tai seurauskustannukset. Kriteeriä ollaan sovellettu, koska tehtaan nykyisen tilanteen mukaan on haastavaa arvioida korjausaikaa tai kustannuksia epätarkan kirjanpidon vuoksi. Varaosien toimitusajat antavat kuitenkin suuntaa antavaa arviota siitä, kuinka kauan laitteen korjauksessa kestää. Painoarvoissa on otettu myös huomioon laitteet, joille löytyy jo korvaava tuote varastosta. Kun tunnistetaan tuotannolle kriittisimmät laitteet, tunnistetaan myös niiden kriittisimmät varaosat. Tällöin voidaan varmistaa, että varaosia löytyy aina tarvittaessa. (Tuomisalo 2021.) Näin ollen varaosien saatavuus on tärkeä kriteeri laitteiden kunnossapitoa varten, joten painoarvojen kertoimeksi annettiin 35. Painoarvot asetettiin välille 1-3. Pisteytyksiin asetetut aikavälit määrittävät yleisimpien varaosien ja laitteiden toimitusaikojen mukaan.

	Varaosien saatavuus	Turvallisuus	Vikaantumisen vaikutus tuotantoon
1	Varaosat toimitetaan 0-2 viikon aikana.	Vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumis- tai terveysvaaraa.	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle.
2	Varaosat toimitetaan 2-6 viikon aikana.	Vikaantuminen voi aiheuttaa vakavan sairastumisen tai loukkaantumisen, josta jää pysyvä haitta.	Laite on kahdennettu tai on nopeasti korjattavissa.
3	Varaosien toimitukseen kuluu yli 6 viikkoa.	Vikaantuminen voi aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin ja/tai vakavan vaaratilanteen tehtaan ympäristössä.	Laitteen toimimattomuus hidastaa prosessia tai aiheuttaa laatuongelmia.
4			Laitteen toimimattomuus pysäyttää tuotannon.

Taulukko 2. Kriittisyysarvion painoarvojen selvennys



#### 4.5 Kriittisyysarviointi tuotannon kanssa

Laitelistasta poistettiin kaikki epäoleellinen tieto arviointia varten, ja lisättiin arviointisarakkeet sekä laskukaava, jonka avulla arvioinnin tulos lasketaan automaattisesti annetuista pisteistä. Listauksen valmistuttua aloitettiin sen läpikäynti. Alla olevassa kuvassa on kriittisyysarviointia varten tehty Excel-pohja (Kuva 2). Tuotannon kaikilta osastoilta kutsuttiin esihenkilö käymään laitelistaa läpi omalta alueltaan. Tarvittaessa esihenkilö kutsui omia alaisiaan keskusteluun, jotta saataisiin tarvittava lisätieto laitteista. Tuotannon esihenkilöiden haastattelujen jälkeen käytiin lista läpi tuotannon kehitysinsinöörin kanssa, jonka kanssa tehtiin muutoksia ja tarkennuksia arviointeihin.

Koodi	Luokitus	Nimi	Malli	Lisäsjainti	Spareparts (35%)	Safety (20%)	Process (45%)	Criticality Index	Class

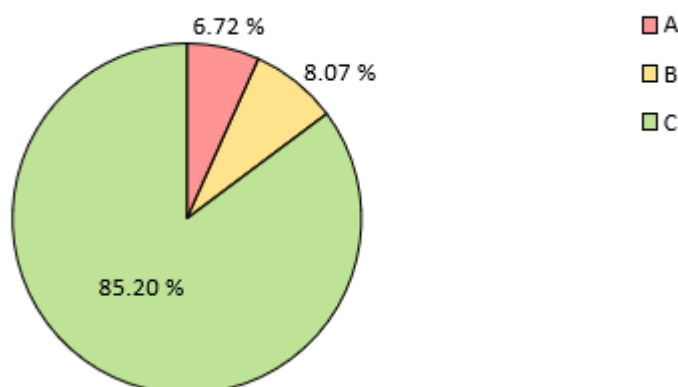
Kuva 2. Kriittisyysarviointipohja

Tuomisalon (2012) mukaan kriittisyysluokittelussa on tärkeintä, että sen tuloksena saadaan selkeä ja perusteltu laitteiden kriittisyyksien jaottelu. Tämän vuoksi on arviointia tehdessä pidettävä huoli siitä, että kaikki arviointiin osallistuvat ymmärtävät arvioinnin tarkoituksen ja arviointikriteerit. Arviointiin osallistuville esiteltiin aluksi taulukot 1 ja 2, joiden avulla pyrittiin selventämään arvioinnin käytännön puolta.

#### 4.6 Kriittisyysarvion tulokset

Kunnossapitojärjestelmään listattuja laitteita oli yhteensä 5933, joista kriittisyysarvioitiin sisällytettiin 3926. Arvioinnista poistettiin esimerkiksi myydyt

ja romutetut laitteet, suunnittelussa olevat laitteet sekä kiinteistöjen ja hallien laitetunnukset, koska niillä ei ole suoraa vaikutusta tuotantoon. Listasta löytyi myös useita laitteita, jotka olivat poistettu käytöstä, mutta sitä ei ole kirjattu kunnossapitojärjestelmään. Arvioiduista laitteista erittäin kriittisiä eli A-luokiteltuja oli 264 laitetta, kriittisiä eli B-luokiteltuja 317 laitetta ja vähemmän kriittisiä eli C-luokiteltuja laitteita oli 3345.



Kuva 3. Ympyrädiagrammi kriittisyysluokitusten jaottelusta

Arvioinnissa C-luokiteltujen suuri määrä perustuu siihen, että arviointiin sisällytettiin esimerkiksi käsikäyttöiset työkalut ja hitsauskoneet. Niitä on tehtaalla varastossa sekä tuotannossa varalla useita, eli niille löytyy kahdennuksia. Kyseisiä laitteita saa myös tilattua lyhyellä toimitusajalla, joten ne ovat nopeasti korvattavissa. Näillä perusteilla voidaan todeta, että C-luokiteltujen laitteiden vikaantumisella ei ole suurta vaikutusta tuotannon toimintaan. B-luokitellut voivat olla lähes yhtä kriittisiä tuotannolle kuin A-luokitellut, mutta ovat kahdennettuja, nopeasti korjattavia tai ilman niitä pystytään jatkamaan prosessia toisin keinoin. B-luokiteltuja laitteita ovat esimerkiksi erikoisemmat käsityökalut, tuotannon ajoneuvot ja trukit sekä osanostopuvälineistä. A-luokiteltuihin sisältyy mm. hitsaustornit, maalaamon laitteisto, raepuhaltamot, laserkeskusten laitteistot, parihitsausautomaatit, koontiprässit, polttoleikkauspöytä ja siihen liittyvä laitteisto sekä koneistamon sorvit ja jyrsimet. Nämä laitteet ovat tärkeitä tuotannolle, koska ilman niitä jotain osaa prosessista ei saataisi suoritettua, joka aiheuttaa tuotannon pysähdyksen.

Kriittisyysarvioitujen laitteiden tutkimista jatketaan, jotta kriittisimpien laitteiden kriittisyyttä saataisiin lievennettyä. Lisäksi tutkitaan onko vähemmän kriittiset laitteet ylihuollettuja, joka aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta kunnossapidolle. Kriittisten laitteiden varaosia tutkitaan, kun nykyinen kunnossapitojärjestelmä päivitetään uudella varastointitoiminnolla. Seuraavassa kappaleessa käsitellään tarkemmin jatkotoimenpiteitä, joita voidaan tehdä arvioituille laitteille.

## 5 Jatkotoimenpiteet

### 5.1 Huoltosuunnitelmat

Huoltosuunnitelma on PSK 6201 -standardin mukaan suunnitelma, joka sisältää kohteelle suunnitellut toimenpiteet elinkaaren eri vaiheisiin. Suunnitelmaa voidaan päivittää tarpeen mukaan vastaamaan muuttuvia vaatimuksia. Huoltosuunnitelma pitää sisällään tiedot kunnossapidon toimenpiteistä, kohteesta, jaksotuksesta, toimenpiteen vaatimasta ajasta sekä toimenpiteen toteutukseen vaadittavista henkilö-, väline- ja varaosaresursseista.

Kriittisyysarvioinnin avulla selvitettyjen kriittisimpien laitteiden huoltosuunnitelmaa on hyvä käydä läpi. Usein laitteiden huoltosuunnitelmat perustuvat laitevalmistajan omaan suositukseen, joka ei välttämättä vastaa tehtaan omia vaatimuksia. Huoltosuunnitelma voi olla tehty erityisesti takuuajasta käyttöä varten minimoiden laiterikkoja, jotka ovat laitevalmistajan vastuulla. Lisäksi varaosien ja tarvikkeiden myyminen on hyvää liiketoimintaa monille laitevalmistajille, joten on heidän eduksi lisätä huoltosuunnitelmaan enemmän osien vaihtoja. Näistä johtuen laitteelle tehdään ylimääräisiä huoltoja, joka kuormittaa kunnossapitoa turhaan ja kuluttaa resursseja. Lisäksi laitevalmistaja ei voi tehdessään huoltosuunnitelmaa täysin tietää laitteen olosuhteista, joten suunnitelma perustuu keskivertokäyttäjään. (Laine 2010, 130).

Kriittisten laitteiden vikahistoriaa on tutkittava huoltosuunnitelmaa tehdessä. Laitteiden vikojen kehittyminen määrittää, miten laitoksen kunnossapitoa kannattaa suunnitella. Jos laitteen rikkoutuminen on säännöllistä ja se pystytään ennalta havaitsemaan, voidaan laitteen kuntoa seurata mittaamalla. Tällöin kunnossapitotoimenpiteisiin ryhdytään, kun mittauksen tulokset kertovat vikaantumisesta. (Laine 2010, 137).

## 5.2 Kunnonvalvonta

PSK 6201 mukaan kunnonvalvonnalla tarkoitetaan kohteen tilan ominaisuuksien ja parametrien seuraamista ja havainnoimista. Kunnonvalvonta on edellytys kuntoon perustuvaan huoltoon. Se voi olla jatkuvaa, tietyin väliajoin tai käyttömäärän jälkeen tehtävää. Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa mittaamalla, havainnoimalla eri aistein tai tutkimalla koneen antamaa dataa.

Kunnonvalvontaa suunnitellessa on selvitettävä laitteen vikaantuvat komponentit ja todennäköisimmät vikaantumismekanismit. Niiden avulla saadaan selville, mitä kunnonvalvonnan menetelmää on käytettävä.

Kokonaisvillaisen kunnonvalvonnan edellytys on se, että laitteiden kuntoa valvotaan useammalla eri tekniikalla. Yleisimmin kunnonvalvontaa tehdään värähtelymittauksella. Lisäksi muita yleisiä tapoja ovat visualiset tarkastukset, lämpötilan seuraaminen, öljyn analysointi, sähkötekniset kunnonvalvontamenetelmät ym. (Mikkonen ym. 2009, 162).

Tehtaan kriittisimmille laitteille tutkitaan, onko niiden kunnonvalvontaa tarpeellista tehostaa. Nykyiseen kunnossapitojärjestelmään on mahdollista ottaa käyttöön ominaisuuksia, jotka ohjaavat laitteiden omista kunnonvalvontajärjestelmistä hälytykset tehtaan kunnossapitojärjestelmään. Näin saadaan helpotettua kunnonvalvontaa ja hyödynnettyä molempia järjestelmiä. (Vilhu 2022). Lisäksi vähemmän kriittisten laitteiden kunnonvalvontaa voidaan tarvittaessa vähentää, jotta pystytään keskittymään enemmän kriittisiin laitteisiin.

## 5.3 Varaosat

Kunnossapitojärjestelmän tarkoituksena varaosien ohjauksessa on pitää kirjaa laitoksen varastoista ja varaosista. Järjestelmässä on oltava selkeästi kerrottuna mitä varaosia on, mistä ne löytyvät, minkä hintaisia ne ovat ja kuka niitä toimittaa. Järjestelmään kirjataan kaikki varastotapahtumat.

Kunnossapitojärjestelmän kanssa yhteydessä toimii ostojärjestelmä, joka kirjaa

ja seuraa laitteiden ja varaosien tilauksia. (Mikkonen ym. 2009, 118). Varaosia ja laitteita tilatessa on huomioitava toimitusajan pituus. Jos toimitusajat ovat pitkiä, on varaosia hankittava varastoon tai harkittava laitetoimittajan vaihtamista, mikäli jollain toisella toimittajalla on tarjota nopeampi toimitusaika (Logistiikan maailma 2023).

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kriittisyysarviointi tuotannon laitteille. Arvioinnin avulla saatiin selvitettyä tuotannolle kriittisimmät laitteet. Kriittisimpien laitteiden selvittäminen on tärkeä osa kunnossapitosuunnitelman kehittämisessä, koska laitteen kriittisyys auttaa määrittämään siihen käytettävien resurssien määrän. Kriittisimpien laitteiden huolto- ja vikahistorioiden tutkimista jatketaan, jotta saadaan selville mitkä ovat laitteiden yleisimmät huollot sekä viat. Laitteiden toimittajilta voidaan selvittää lista tarpeellisimmista varaosista ja niiden toimitusajoista. Tavoitteena on minimoida laitteiden korjauksiin ja huoltoihin kuluva aikaa, joka lieventää laitteen vioittumisesta johtuvia komplikaatioita prosessissa. Laitteen huolto-ohjeet ja -välit tarkastetaan ja päivitetään laitekohtaisesti tehtaan tarpeiden mukaisesti. Huolto-ohjeista varmistetaan, että ne ovat ajan tasalla ja niiden avulla voi kuka tahansa kunnossapidon asentaja huoltaa laitteen. Huoltovälit sovelletaan tehtaalle sopivammaksi siten, ettei laitetta huolleta liian usein tai harvoin. Laitteiden kunnonvalvontaa tehostetaan tarpeen mukaan niille sopivilla menetelmillä.

Opinnäytetyön avulla saatiin selville merkittävää tietoa kunnossapitojärjestelmän ja -suunnitelman kehittämistä varten. Järjestelmään ollaan lisäämässä varaosahallinta sekä hankinta ominaisuudet, joiden käyttöönottoa varten voidaan opinnäytetyöstä saatua tietoa käyttää hyvänä perustana esimerkiksi ensimmäisten varaosien hankintaa varten. Opinnäytetyössä tehty kriittisyysarvioitu laitelista päivitetään kunnossajärjestelmään ja arviointipohjaa käytetään jatkossa kaikille uusille laitteille.

Toimeksiantajalta sekä tuotannon johtajilta ja esimiehiltä saatu palaute opinnäytetyöstä oli positiivista. Kriittisyysarviointiin osallistuneet olivat sitä mieltä, että arvioinnin avulla saavutettava kehitys on tarpeellista. Arviointia tehdessä korostui kunnossapidon ja tuotannon välisen yhteistyön tärkeys, koska ilman tuotannon tietotaitoa arviointi ei olisi ollut tarkka. Tuotannolta

saatiin hyviä näkemyksiä laitteistosta, sekä ehdotuksia kunnossapidettävyyden kehittämistä varten. Arviointia tehdessä oli kuitenkin pidettävä mielessä, että haastateltavien näkemys oli vain heidän omista alueistaan, joten laitteiden kriittisyyttä oli toisinaan sovellettava koko prosessiin.

Kriittisyysarvioinnista saadut tulokset sopivat tehtaan toimenkuvaan. Luokitusten jakautumaan vaikuttaa kahdennettujen laitteiden suuri määrä, jonka takia vähemmän kriittisiä laitteita on paljon. Osaa laitteista tarvitaan vain erikoisemmissa tuotteissa, joten ilman niitä voidaan jatkaa tuotantoa osittain. Lisäksi tuotanto ei ole täysin lineaarinen, vaan eri osaprosesseja pystytään jatkamaan, vaikka yksi osa olisi hitaampi tai pysähtynyt.



## Lähteet

Järviö, J.; Piispa, T.; Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. Painos. Helsinki: KP-Media.

Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. 1. Painos. Helsinki: KP-Media

Lehto, J. 2023. Miten tuotanto ja kunnossapito saavuttavat yhdessä merkittävän tuottavuusloikan? Viitattu 5.10.2023. <https://blog.pinja.com/miten-tuotanto-ja-kunnossapito-saavuttavat-yhdessa-merkittavan-tuottavuusloikan>

Mikkonen, H.; Miettinen, J.; Leinonen, P.; Jantunen, E.; Kokko, V; Riutta, E.; Salo, P.; Komonen, K.; Lumme, V. E.; Kautto, J.; Heinonen, K.; Lakka, S. & Mäkeläinen, R. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. Painos. Helsinki: KP-Media Oy.

PSK 6201, 2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 4. Painos. Helsinki PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 6800, 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

SFS-EN 13306:2017. Maintenance. Maintenance terminology. Helsinki: SFS.

Tuomisalo, J. 2021. Kriittisyysluokittelun hyödyt ja kompastuskivet teollisuuden kunnossapidon arjessa. Viitattu 9.10.2023.

<https://www.caverion.fi/blogi/teollisuus/kriittisyysluokittelun-hyodyt-ja-kompastuskivet-teollisuuden-kunnossapidon-arjessa/>

Vahterus Oy 2023. Yritys. Viitattu 4.10.2023. <https://vahterus.com/>

Logistiikan maailma. 2023. Varastointi. Viitattu 19.10.2023.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/>

Vilhu, V. 2022. Kunnonvalvonta on osa nykyaikaista teollisuuden kunnossapitoa. Viitattu 25.10.2023.

<https://blog.pinja.com/kunnonvalvonta-on-osa-nykyaikaista-teollisuuden-kunnossapitoa>

Vilhu, V. 2022. Laadukkaan kunnossapitodatan merkitys kunnossapito-organisaation päivittäisjohtamisessa. Viitattu 9.10.2023.

<https://blog.pinja.com/laadukkaan-kunnossapitodatan-merkitys-kunnossapito-organisaation-p%C3%A4ivitt%C3%A4isjohtamisessa>